

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 14

Artikel: Armierte Betontanks für Benzin, System Borsari
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51254>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

fes; für $x > x_1$, in der «Verlustzone», sieht er eine andere Lösung von (2) als Approximation der Wirklichkeit voraus, nämlich die Temperaturverteilung

$$\vartheta'(x, t) = A + C \int_0^{\frac{x-x_1}{2\sqrt{at}}} e^{-z^2} dz, \quad x > x_1. \quad (5)$$

Bei beliebigen Festwerten A und C ist dies in der Tat eine klassische Lösung von (2). Seehaus setzt aber für diese Konstanten lineare Funktionen der Zeit ein und veranschaulicht die so erhaltene Funktion $\vartheta''(x, t)$ in seiner Abbildung durch die Kurven 4 bis 1: drei um je ein Jahr auseinanderliegende Momentaufnahmen $\vartheta''(x, t_A)$, $\vartheta''(x, t_A + T)$, $\vartheta''(x, t_A + 2T)$, die erste nach vollendeter «Anheizdauer» von $t_A = 2190$ h, sowie die angebliche Temperaturkurve $\vartheta''(x, \infty)$ nach unendlich langer Zeit. Dass diese Temperaturverläufe mit der von der Natur auferlegten Bedingung (2) unvereinbar und darum ausgeschlossen sind, ist klar. Noch schärfer springt die Unmöglichkeit des an der Stelle x_1 in diesen Kurven auftretenden Knicks in die Augen: Aus der durch die Ebenen $x = 0$ und $x = x_1$ begrenzten Erdschicht würde durch die zweite Ebene jahrelang einseitig Wärme ausströmen, durch die erste Ebene im Mittel keine, ohne dass sich darum die durchschnittliche Temperatur dieser Schicht erniedrigte! Mit einer Anspielung auf «theoretisch» bei x_1 , übrigens nur für die Aufheizdauer, vorgesehene «besondere Heizeinrichtungen»¹⁾ ist diese Naturwidrigkeit nicht abzutun. Von der für jene Erdschicht behaupteten Konstanz der mittleren Temperatur wäre in praxi natürlich keine Rede. Man kann nicht einfach zwei Lösungen der massgebenden Differentialgleichung (2) nehmen, aneinanderfügen und befahlen: Bis x_1 gelte ϑ , von x_1 an gelte ϑ' ! Wunschvorstellungen, die beim ersten Versuch zusammenbrechen, geben nicht warm.

Um ein Bild von dem zu erwartenden Temperaturverlauf $\vartheta(x, t)$ zu gewinnen, hätte Seehaus sich erstens über die Anfangs- und Randbedingungen seines Projektes klar zu werden. Die Anfangsbedingung müsste etwa lauten:

$$\vartheta(x, 0) = \vartheta_0, \quad x \geq 0$$

Die Randbedingung kann natürlich nur für den Sommer, etwa für das Intervall $[0, t_1]$, in dem ein Wärmestrom $q_0(t)$ zur Verfügung steht, von der Form (3) sein:

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial x}(0, t) = -\frac{q_0(t)}{\lambda}, \quad 0 \leq t \leq t_1$$

Für den Rest des Jahres, d. h. im Intervall $[t_1, T]$, ist der Wärmestrom durch die Randebene $x = 0$ nicht mehr gegeben, sondern, mit umgekehrtem Vorzeichen bloss (von Seehaus erhofft. Jetzt hängt die Randbedingung von der Art der Weiterleitung dieses hypothetischen Wärmestroms ab. Die mathematisch einfachste, durch Anlegen eines (unendlich) grossen Wärme-Reservoirs anzunähernde Randbedingung wäre

$$\vartheta(0, t) = \vartheta_1, \quad t > t_1$$

Zweitens wäre die durch diese Bedingungen bestimmte Lösung von (2) zu suchen. Dazu steht dem Ingenieur z. B. ein auf der Differenzenrechnung beruhendes graphisches Verfahren von E. Schmidt²⁾ zu Gebote. Die durch ein solches Verfahren ausgeübte Selbstkontrolle hätte Seehaus vor der Verkündung eines «mit grosser Sicherheit zwischen 80 und 90 %» liegenden Wirkungsgrades seines Erdspeichers³⁾ mit grosser Sicherheit bewahrt.

Nicht unerwähnt bleibe schliesslich der Umstand, dass für die von Seehaus betrachtete halbkugelige Kerngestalt, also bei einem dreidimensionalen Wärmefluss, die im eindimensionalen Falle gültige Differentialgl. (2) mit allen ihren Folgen durch eine andere, weniger einfache Bedingung mit andern Folgen zu ersetzen wäre.

Dies in Kürze unsere Einwände. Glücklicherweise sind wir auf den Erdspeicher nicht angewiesen, sondern können auf eine ältere Idee zurückgreifen, die, in Millionen von Kältemaschinen erprobt, auch schon in Heizanlagen, auf dem europäischen Kontinent erstmals im Zürcher Rathaus⁴⁾, verwirklicht worden ist: auf die Idee der Wärmepumpe. Die Schweizer Städte, fast alle an grösseren Flüssen gelegen, harren der Tatkraft der Ingenieure, aus dem Kohlenmangel Gewinn zu schlagen und die Heizwärme für ausgedehnte Gebäudekomplexe endlich aus diesen Flüssen selbst zu holen — eine Aufgabe, deren Inangriffnahme nicht nur das Problem der Heizung, sondern auch das der Beschäftigung unserer Exportindustrie während des gegenwärtigen Krieges wesentlich erleichtern würde. K. H. Grossmann

¹⁾ Seehaus I. c. S. 325.

²⁾ E. Schmidt: Einführung in die techn. Thermodynamik (1936), S. 263 ff.

³⁾ Seehaus I. c., S. 331. Vgl. auch seine Tabelle VIII, S. 330.

⁴⁾ Vergl. die ausführliche Darstellung auf Seite 59* ds. Eds. Red.

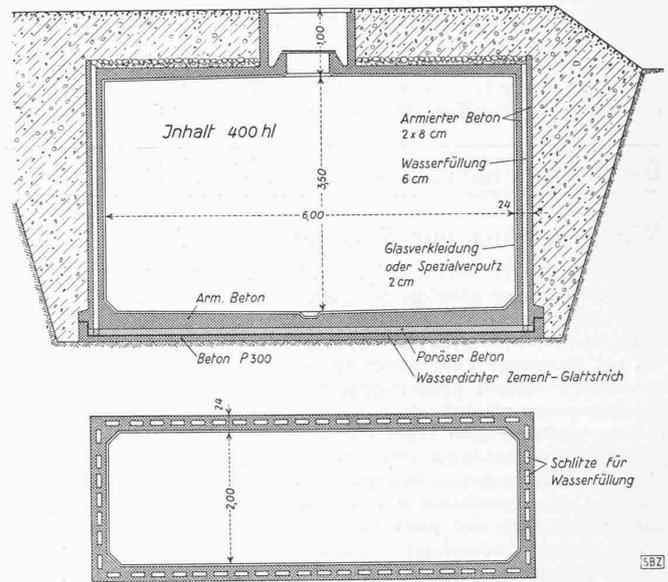


Abb. 1. Borsari-Tank mit Wasserkammern in Eisenbeton für unterirdische Benzin-Lagerung in Zürich-Affoltern. — 1 : 100

Armierter Betontanks für Benzin, System Borsari

Bekanntlich ist es durch die Entwicklung geeigneter Innenauskleidungen gelungen, ausser Wasser Flüssigkeiten verschiedenster Art, besonders Getränke wie Wein, Bier, Most in Eisenbetonbehältern mit Erfolg zu lagern. In allen modern ausgestatteten Weinkellereien, sowie Bierbrauereien ist der Betontank als Gär- und Lagergefäss Gemeingut geworden¹⁾.

Das Problem der Lagerung von Benzin oder andern sich leicht verflüchtigenden Treibstoffen in Eisenbetontanks erforderte hingegen besondere bautechnische Massnahmen. Während die Lagerung schwerer Mineralöle (Heiz- und Schmieröle) keine besonderen Schwierigkeiten bietet, war die Verwendung von Eisenbetontanks für Benzinlagerung, weil schwieriger, weitaus seltener. Die zu überwindende Schwierigkeit bestand vor allem darin, Beton und Mörtel in sicherer Weise gegen Benzin abzu-dichten, das seiner kleinen Oberflächenspannung wegen in die feinsten Poren einzudringen vermag, was zu Flüssigkeitsverlusten führen kann. Die bei dem an der Luft erhärtenden Beton unvermeidliche Schwindrissbildung begünstigt die Undichtigkeit und damit den Verlust an Lagergut.

Von der Tatsache ausgehend, dass ein wassergesättigter Beton oder Mörtel für Benzin undurchlässig ist, hat man das Problem schon seit längerer Zeit in der Weise zu lösen versucht, dass die Behälter doppelwandig gebaut und die Zwischenräume mit Wasser gefüllt wurden. Die sichere Lösung des Problems konnte indessen nur in Verbindung mit einer zweckmässigen, beständigen und dichten Innenauskleidung erreicht werden.

Die Beachtung dieser Grundsätze führte zu zwei Bauarten, nämlich der mit Wasserkammern (Abb. 1) und der mit Trogsteinen (nach Patent Lorsignol, Abb. 2), die beide die erforderliche Feuchtigkeit der Betonwände gewährleisten. Die Behälter erhalten als Auskleidung einen Spezialputz; statt dessen kann auch die Glasplatten-Auskleidung gewählt werden. Sowohl für die Erhaltung des benzindichten Borsari-Spezialputzes, wie auch der Glasauskleidung, ist die feuchte Betonwand die bautechnisch ideale Unterlage.

Durch diese konstruktiven und materialtechnischen Massnahmen wird die bei Eisenbetonbauten sonst unvermeidliche Schwindrissbildung unterbunden und praktisch völlige Dichtigkeit erzielt. Die allseitige Umhüllung des flüssigen Lagergutes mit einem Wassermantel bewirkt konstante oder nur wenig schwankende Temperatur im Behälterinnern, Unterbindung von Verlusten durch Verdunstung und schliesst damit praktisch die Feuer- und Explosionsgefahr aus, die nur bei einem bestimmten Luft-Benzindampf-Gemisch besteht. Die an ausgeführten Eisenbeton-Benzinbehältern während der Zeitdauer von ungefähr einem Jahr gemessenen Benzinverluste sind sehr gering und, soweit vorhanden, auf Undichtigkeiten der Bedienungs- und Sicherheitsarmaturen zurückzuführen.

Bauart mit Wasserkammern (Abb. 1). In der Umgebung der neutralen Zone des Behälterwand-Querschnittes sind rechteckige, vertikale Wasserkammern angeordnet, die mit einer

¹⁾ Vgl. Eisenbetontanks in Bierbrauereien. «SBZ», Bd. 100, S. 179* (1932).

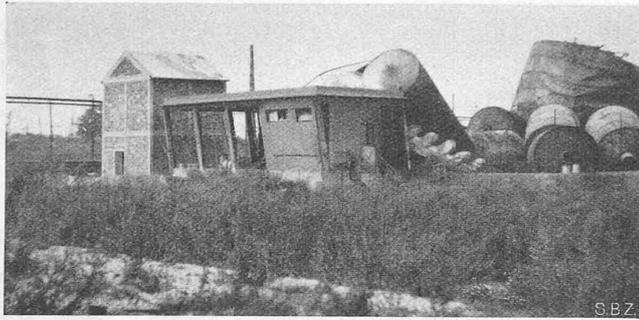


Abb. 3. Kriegsbeschädigtes Benzinlager in Vitry bei Paris

Der unverletzte Eisenbeton-Skelettbau links enthält einen Borsari-Tank in Trogstein-Bauart, mit Benzin gefüllt gewesen und geblieben

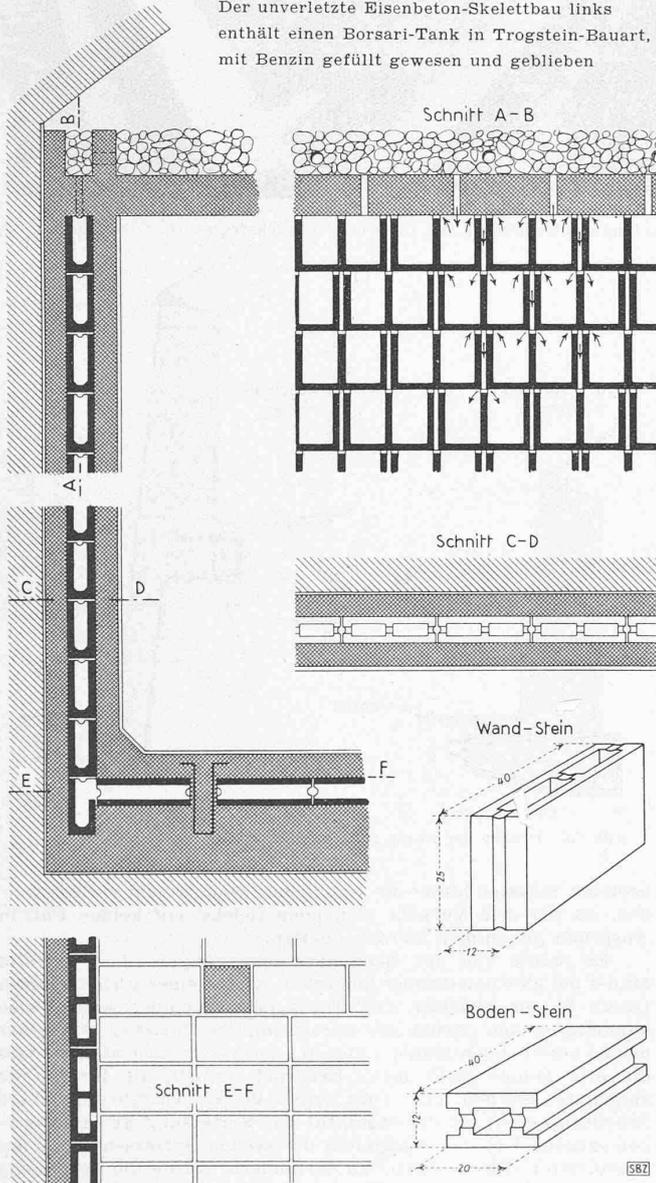


Abb. 2. Borsari-Benzintank in Trogstein-Bauart. — Masstab 1:30

wasserführenden Schicht im Behälterboden in Verbindung stehen. Zwischenrippen gewährleisten das Zusammenwirken der beiden durch die Wasserkammern getrennten armierten Wände. Die Hochführung der Umfassungswände über die Decke hinaus ermöglicht es, auch diese zu überfluten, sodass das Benzin bzw. die im Behälter lagernde Flüssigkeit allseitig mit einem Wassermantel umhüllt ist.

Bauart mit Trogsteinen (Abb. 2). Im Falle besonders hoher Umfassungswände mit einem grösseren Wasserdruck bietet die Konstruktion mit Trogsteinen technische und wirtschaftliche Vorteile. Diese Lösung ist namentlich in solchen Fällen angezeigt, wo die Behälter in einem für den Flüssigkeitsdruck aus-

reichend stark gebauten und bereits erstellten Raum (Stollen Steinbrüche, stillgelegte Bergwerke) eingebaut werden sollen. Es handelt sich in erster Linie um die Herstellung eines benzin-dichten Mantels, sodann um den Bau dieser Behälter unter räumlich erschwerten Verhältnissen, wo die Ausführung von Wasserkammern praktisch verunmöglicht oder zu umständlich würde.

Die Wasserzufuhr erfolgt entweder in natürlicher Weise durch Niederschläge, oder sie erfolgt künstlich, wobei sie automatisch durch einen Schwimmer geregelt wird. Die Behälterdecke wird vorteilhafterweise zuerst mit einer Kiesschicht und erst dann mit Erdreich überdeckt.

Als Innenauskleidung wird der von der Firma Borsari entwickelte mehrschichtige Spezialputz verwendet, oder die bekannte und bewährte Glasplatten-Auskleidung, wobei als Unterlage eine Schicht des Spezialputzes verwendet werden kann. Das Auskleidungssystem mit Glas weist den Vorteil auf, dass 98% der Fläche an sich dicht sind und nur 2% abgedichtet werden müssen.

Grundlagen für die Berechnung und Bemessung der Behälter:

a) **Äussere Kräfte.** Der statische Nachweis ist für drei Belastungsfälle zu erbringen: α) Behälter freistehend und mit Flüssigkeit vom spezifischen Gewicht = 1 bordvoll gefüllt. β) Behälter vollkommen mit Erdreich überdeckt. Nutzlast über dem Erdreich, falls in Frage kommend, ist zu berücksichtigen. Das Behälterinnere ist leer anzunehmen. γ) Behälter eingedeckt und mit Flüssigkeit von spezifischem Gewicht = 0,8 (Benzin 0,723 bei +20°C) gefüllt. Innendruck 0,1 atü. Für die Bemessung von nicht allzu dicken, elastisch verformbaren Seitenwänden kann ein passiver Erddruck gleich dem halben aktiven Erddruck zugrunde gelegt werden.

b) Innere Kräfte, zulässige Spannungen

Beton auf Druck $\sigma_{d\text{zul}} = 45 \text{ kg/cm}^2$
 Beton auf Zug $\sigma_{z\text{zul}} = 25 \text{ kg/cm}^2$
 normaler Armierungstahl auf Zug $\sigma_{e\text{zul}} = 1200 \text{ kg/cm}^2$
 Zementdosierung 300 kg/m³ fertigen Beton.

Im übrigen und insbesondere in Sonderfällen gelten die Artikel 109, 110 und 140 der eidg. Verordnung für Bauten aus Eisenbeton vom 14. Mai 1935. Es ist vorzuziehen, die Eisenarmierungen enger verteilt anzuordnen und nicht zu grosse Durchmesser zu wählen. Die zulässigen Bodenpressungen sind dem jeweiligen Fall anzupassen und in Grenzen zu halten, die stärkere Setzungen, insbesondere ungleicher Art, nicht zulassen.

Abnahmebestimmungen. Abgesehen von der üblichen Kontrolle vor Inangriffnahme der Ausführungsarbeiten und namentlich während derselben sind Kammern und Behälter nach erfolgter Fertigstellung mit Wasser zu füllen. Als Mass der Ausführungsgüte und namentlich der Dichte der Behälter gilt die Spiegelsenkung im Innern des Behälters, die während 10 Tagen kontrolliert wird. Die Spiegelsenkung darf das Mass, das durch die Verdunstung verursacht wird, nicht wesentlich übersteigen.

Genauere Beobachtungen und Prüfungen an ausgeführten Benzin-Eisenbetonbehältern haben erwiesen, dass die Eigenschaften der in verschiedenen Schichten des Benzinvorrates im Eisenbetontank entnommenen Benzinproben praktisch keine Unterschiede aufweisen. Eine nachteilige Veränderung der Benzinguäte hat nicht stattgefunden. Spezifisches Gewicht, Siedebereich und Harzgehalt zeigen praktisch keine Veränderungen. Geringe Senkungen der Oktanzahl liegen innerhalb der Fehlergrenze der Bestimmungsmethode.

Einen 40 m³ fassenden Versuchsbehälter für Benzin, Depot Zürich-Affoltern (Abb. 1) hat die EMPA untersucht und laufend kontrolliert. Ihre amtlichen Berichte vom 14. Oktober und 22. November 1939, sowie vom 8. April und 15. Mai 1940 geben Auskunft über den in jeder Beziehung günstigen Befund der Benzinlagerung während einer Dauer von 9 bzw. 11 Monaten. Sie bilden eine wertvolle, zahlenmässig ausgewiesene Grundlage für die Zulassung von Eisenbetonbehältern nach dem System Borsari für die Lagerung von Benzin, Benzin-Alkohol-Gemischen, sich leicht verflüchtigenden Treibstoffen, Mineralölen und technischen Lösungsmitteln. Im Kanton Zürich ist dementsprechend ihre Verwendung durch die kant. Gebäudeversicherung bereits zugelassen, auf Grund der von ihr bei der EMPA eingeholten, von Prof. Dr. M. Roß erstatteten Begutachtung, die unsern vorstehenden Ausführungen zu Grunde liegt.

Erfahrungen im Kriege. Die Tatsache, dass ein Behälter System Borsari (Trogstein-Bauart) im Benzinlager der «Sté. Générale Huiles et Pétroles» in Vitry s. Seine inmitten von eisernen Benzinbehältern aufgestellt ist, hat interessante Vergleiche ermöglicht. Uebereinstimmende Berichte aus französischer und deutscher Quelle besagen, dass der mit Benzin gefüllte Borsari-Behälter unversehrt geblieben ist, während die

eisernen vollkommen zerstört sind (Abb. 3). Sein Wassermantel war am 16. Mai zum letzten Mal nachgefüllt worden, und am 27. Juli hat sich der Behälter noch vollkommen dicht erwiesen — trotz der hohen Temperatur, der er beim Brand der Umgebung ausgesetzt war. Er ist in dem etwa 10 m hohen Eisenbetonriegelwerk auf dem Bilde links eingebaut (der am Bildrand rechts ersichtliche Eisenbehälter hatte schätzungsweise eine Höhe von gegen 20 m).

Wenn sich schon ein oberirdischer Bau so gut bewährt, dürfte es bei unterirdischen noch mehr der Fall sein. Als ganz wesentlicher Vorteil gegenüber eisernen Tanks ist noch die Korrosionsfreiheit (Lebensdauer, Unterhaltskosten!) zu erwähnen; auch hinsichtlich seines grösseren Anteils an einheimischem Baustoff ist der Eisenbetontank vorzuziehen. Umso verwunderlicher ist es, dass in unserem eisenarmen Lande der gelungene Versuchsbehälter in Zürich-Affoltern unter den heutigen Verhältnissen noch nicht richtungweisend geworden ist.

Die Brückenbauten der Lorrainelinie Bern

Von Ing. Dr. AD. BÜHLER, SBB Bern (Schluss v. S. 125)

Vor kurzem ist der Stahlbau des Loses 5b aufgestellt worden, sodass auch davon noch ein Bild gezeigt werden kann (Abb. 50).

Schliesslich sei auch der Unternehmungen, Ingenieurbureaux und Ingenieure gedacht, die an dem grossen Bau mitgewirkt haben:

Los 1. Gemeinschaftsunternehmung: *F. Müller*, Ingenieur, Hoch- und Tiefbau A. G., *Streit & Cie.*, beide in Bern. Der Stahlbau der Polygonwegbrücke wurde geliefert von *H. Kissling*, Eisenbau, Bern (Ingenieur *H. Ochsner*).

Los 2. Gemeinschaftsunternehmung: *A. G. Hatt-Haller*, Zürich, *Keller & Cie.*, Bern, *A. Marbach*, Bern. Bei der Projektierung wirkten mit die Ingenieurbureaux *Burgdorfer & Dr. Ing. Lauterburg*, sowie *R. Eichenberger*, beide in Bern.

Los 3. Unternehmung *Bürgi & Cie.*, Bern. Bei der Projektierung wirkte mit das Ingenieurbureau *W. Siegfried*, Bern.

Los 4. Gemeinschaftsunternehmung: *Hans Kästli*, Bern, *Locher & Cie.*, Zürich, *F. Ramseier & Cie.*, *K. Rieser A. G.*, beide in Bern.

Los 5 befindet sich noch in Ausführung durch die vorgenannte Gemeinschaftsunternehmung unter Benützung der Installationen, die schon für die Erstellung des Loses 4 dienten. Die Stahlbauten lieferten und entwarfen (zusammen mit der Sektion für Brückenbau der SBB): die Ateliers de constructions mécaniques *Vevey S. A.* in Vevey (Obering. *J. Trüb*) und *Giovanola frères S. A.* in Monthey.

Umbau der grossen Stützmauer im Bahnhof Bern

Von Ing. WALTER J. HELLER, Bern

[Anschliessend an den Aufsatz von Dr. h. c. Ad. Bühler über die Brückenbauten der neuen Lorrainelinie der SBB und den Umbau der Einfahrt im Bahnhof Bern bringen wir als Ergänzung einen kurzen Ueberblick über die Arbeiten im Baulos 6, die von der Firma *Walter J. Heller & Co.*, Bern, ausgeführt werden. Die Angaben über die auf dem Gebiete dieses Bauloses eingebauten Fussgängerstege verdankt der Verfasser der Freundlichkeit von Dr. Bühler.]

Im Zusammenhang mit der Linienverlegung Wylerfeld-Bern wurde es nötig, die Stützmauer der grossen Schanze teilweise abzubauen und durch eine weiter zurückliegende, noch höhere Mauer zu ersetzen. Technisch einfacher wäre eine Verbreiterung der Einfahrt gegen das Bollwerk gewesen, doch wäre dazu der Platz des alten Postmuseums beansprucht worden, das zu den geschützten Bauten gehört. Deshalb konnten auf der Bollwerkseite nur rd. 2 m Breite gewonnen werden, die restlichen 3 bis 4 m waren auf die Bergseite zu verlegen.

Die geologischen Verhältnisse erwiesen sich bei der Ausführung bedeutend ungünstiger, als nach den vorgenommenen Sondierungen vermutet werden konnte. Besondere Schwierigkeiten verursachte der mittlere Teil der Baugruppe, da der Hang auf etwa 40 m Länge aus lockerer und rutschiger Auffüllung bestand. Da die bestehende Mauer, die seinerzeit die SCB erstellt hatte, mit dem Bahnkörper in unmittelbarer Verbindung steht, sodass das nächste Geleise höchstens 2 m von der Mauer entfernt ist, war die Ausführung dieser Aufgabe nicht leicht. Alle für den Bau erforderlichen Installations- und Spriessungs-

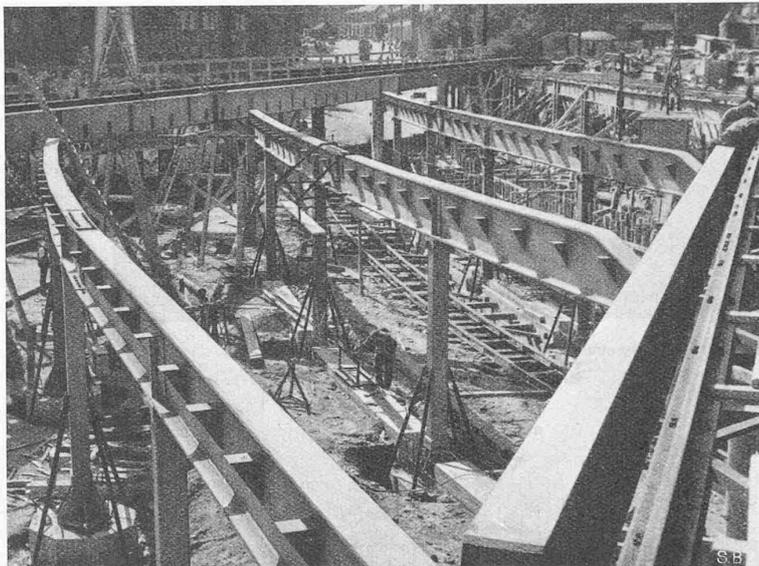


Abb. 50. Montage des Stahlbaues von Los 5b (Neubrückstrassen-Unterführung)

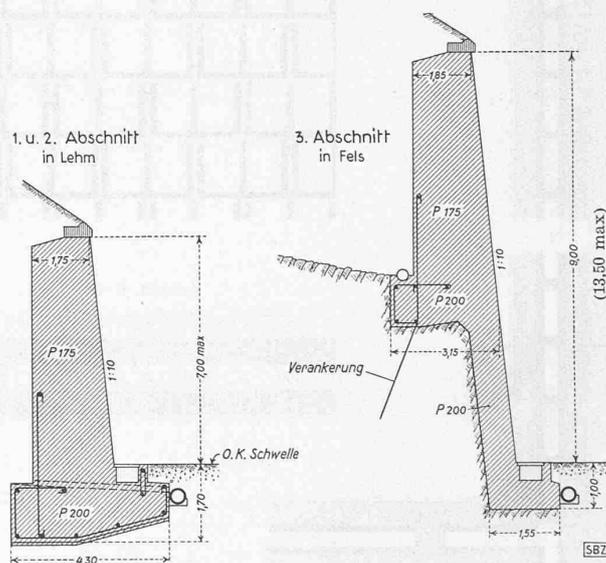


Abb. 52. Profile der neuen Stützmauer. — Masstab 1 : 150

arbeiten mussten hinter die bestehende Mauerflucht verlegt werden, da die dem Verkehr dienenden Geleise auf keinen Fall in Anspruch genommen werden durften.

Es wurde von der Grundidee ausgegangen, dass die alte Mauer bei gleichbleibender Sicherheit wieder einen gleich grossen Druck in der gleichen Angriffsfläche aufnehmen kann. Also handelte es sich darum, die Spriessung der Erdwand hinter der neu zu erstellenden Mauer (Abb. 51) dermassen zu gestalten, dass die alte Mauer nicht mehr Erddruck erhielt, als ihr bereits zugemutet worden war. Dies ergab in der Ausführung einige Schwierigkeiten, da die Stabilität der Spriessung gewährt werden musste. Um das Ausgleiten der steilen Spriessen längs der Stotzbretter (*Marciaivanti*) zu verhindern, wurde die Spriessung durch das Gerüst samt Kleinkran und Geleiseanlage belastet; Quader und I-Balken, auf das Gerüst aufgestapelt, dienten als zusätzliche Belastung. Ausserdem sind die Longarinen mit den Stotzbrettern verklammert und die Stossriegel von den Longarinen in die Erdwand eingelassen worden.

Um die Arbeitssicherheit zu erhöhen, wurde die neue Mauer abwechselnd in einzelnen Sektionen von 4 bis 6 1/2 m Länge erstellt. Sämtlicher Aushub und Ausbruch musste hochgezogen und von der grossen Schanze aus abgeführt werden.

Die alte Mauer war in verschiedenen Etappen erstellt und bereits früher zum Teil neu zurückgesetzt worden. Nach dem äusseren Aushub und Ausbruch musste hochgezogen und von der grossen Schanze aus abgeführt werden. Die alte Mauer zeigte sich aber, dass die alte eher einem aufgeschütteten Steinhaufen als einer Mauer glich (Abb. 56); z. Teil wies sie